

ОТЗЫВ

научного руководителя Салеева Владимира Анатольевича на диссертацию Карпишкова Антона Витальевича «Парные корреляции в жёстких процессах при высоких энергиях в подходе реджезации партонов», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Диссертационная работа Карпишкова А.В. выполнена на кафедре физики ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва» (Самарский университет), где он обучался в период с 2014 по 2018 год в очной аспирантуре по специальности 01.04.02 — теоретическая физика, а также во время 6-месячной стажировки во II Институте теоретической физики Гамбургского университета (Германия) по Российской-Германской программе научных обменов «Михаил Ломоносов».

Актуальность темы исследований Карпишкова А.В. обусловлена необходимостью развития новых методов расчета амплитуд и сечений жестких многомасштабных процессов в пертурбативной квантовой хромодинамике (КХД) при высоких энергиях, в так называемом реджевском пределе, когда полная энергия столкновения адронов много больше характерного масштаба жесткого партонного процесса. В стандартной коллинеарной партонной модели (КПМ), при описании корреляционных спектров в процессах рождения пар частиц или струй с большими поперечными импульсами, возникают существенные трудности, связанные с необходимостью учета большого вклада поправок высших порядков при расчетах по теории возмущений КХД. Учет эффектов испускания жестких глюонов на стадии эволюции зависящих от поперечного импульса партонных распределений реализуется в схеме k_T -факторизации или «факторизации при высоких энергиях». В k_T -факторизации факторизуются зависящие от поперечного импульса и виртуальности партонные

функции распределения адронов и жесткие партонные сечения, которые вычисляются для начальных глюонов или夸рков с импульсами вне массовой поверхности. Интерпретация начальных партонов, как реджезованных партонов в формализме Балицкого-Фадина-Кураева-Липатова (БФКЛ), позволяет решить проблему с калибровочной инвариантностью жестких партонных сечений для виртуальных партонов, а также проводить расчеты за пределами лидирующего приближения теории возмущений по константе сильного взаимодействия. Развиваемый в диссертации, подход реджезации партонов (ПРП) основан на мультиреджевской факторизации при высоких энергиях и эффективной теории поля Л.Н. Липатова реджезованных глюонов и夸рков, которая является обобщением КХД для процессов в мультиреджевской кинематике.

В первой главе диссертации дается обзор современных теоретических методов расчетов сечений жестких процессов в КХД, рассматривается явление реджезации глюонов и夸рков в КХД, эффективное действие для процессов в мультиреджевской кинематике, правила Фейнмана эффективной теории поля реджезованных глюонов и夸рков, формулируются основные положения подхода реджезации партонов.

Во второй главе диссертации в ПРП рассматривается одиночное и парное рождение D и B мезонов на коллайдерах Tevatron и LHC. Показано, что в области больших поперечных импульсов существуют два конкурирующих вклада, связанных с рождением тяжелого мезона во фрагментации составляющего тяжелого夸рка или глюона. В парном рождении $D\bar{D}$ или $B\bar{B}$ доминирует夸рковая фрагментация, а в рождении пар DD основным механизмом является рождение мезонов в глюонной фрагментации через партонный подпроцесс $RR \rightarrow gg$. Впервые было показано, что корреляционные спектры DD -пар могут быть описаны без привлечения гипотезы о большом вкладе двойного партонного рассеяния (ДПР), необходимость в которой возникает при расчетах в КПМ. Специально исследовался процесс рождения пар адронных струй, содержащих

В-мезоны. Впервые, в ПРП расчеты проводились с учетом следующей поправки по константе сильного взаимодействия, связанной с подпроцессом рождения b-кварковой пары с испусканием дополнительного глюона, $RR \rightarrow b\bar{b}g$.

В третьей главе диссертации был проведен расчет парных спектров совместного рождения боттомониев и D-мезонов в лидирующем приближении ПРП в подходе нерелятивистской КХД. Учитывалось рождение D мезонов, как во фрагментации с-кварков, так и глюонов. Впервые в ПРП проведен расчет партонных подпроцессов с 4 конечными кварками, $RR \rightarrow b\bar{b}c\bar{c}$, амплитуды которых были получены в эффективной теории Л.Н. Липатова. Техническая сложность аналитических вычислений для процессов $2 \rightarrow 3$ и $2 \rightarrow 4$, требует разработки специальных компьютерных программ, которые используют ресурсы пакетов FeynArts, FeynCalc, FormCalc, Form, а также программа ReggeQCD. Достигнуто хорошее согласие расчетов в ПРП с экспериментальными данными коллаборации LHCb для различных корреляционных нормированных спектров в процессах парного рождения $\Upsilon(1S)D^{+,0}$. Показано, что предложенный механизм парного рождения боттомониев и D-мезонов описывает около 50 % экспериментально наблюдаемого сечения рождения, что существенно сужает область, которую можно было бы связать с вкладом ДПР.

Четвертая глава диссертации посвящена расчетам ассоциативного рождения прямых фотонов и струй с большими поперечными импульсами в ПРП. Получены матричные элементы процессов с фотоном и одним или двумя партонами в конечном состоянии, например: $RQ \rightarrow qg\gamma$, $RR \rightarrow q\bar{q}\gamma$, и др. Результаты расчетов спектров по поперечному импульсу и разности азимутальных углов между фотоном и струями сравниваются с экспериментальными данными коллаборации D0 на коллайдере Tevatron и предсказаниями, полученными в следующем за лидирующим приближении КПМ с учетом вклада механизма двойного парtonного рассеяния. Показано, что ПРП может описать значительную часть наблюдаемого эффекта декорреляции по

азимутальному углу между фотоном и струями, а в рамках гипотезы о мультиреджевском режиме эволюции партонных функций распределения, и весь эффект.

Несомненно, что большинство результатов диссертации представляют научный интерес и имеют практическую ценность. В целом работа выполнена квалифицированно, на высоком теоретическом и математическом уровне. Содержание диссертации в достаточной степени отражено в публикациях автора, неоднократно докладывалось на российских и международных научных конференциях и известно научной общественности, а ее основные положения представлены в автореферате.

Считаю, что работа выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной, практической значимостью, является самостоятельной и законченной научно-исследовательской работой и удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Карпишков Антон Витальевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Научный руководитель:
профессор кафедры физики
Самарского университета,
доктор физ.-мат. наук, профессор

JB

В. А. Салеев

